

ESTIMACIÓN DE EMISIONES CONTAMINANTES DE VEHÍCULOS DE TRANSPORTE ESCOLAR E INSTITUCIONAL EN LA CIUDAD DE IBARRA MEDIANTE MODELADO COMPUTACIONAL

Omar Leonel Arciniegas

Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas, Universidad Técnica del Norte
Av. 17 de Julio 5-21, Ibarra-Ecuador
olarciniegasm@utn.edu.ec

RESUMEN

La investigación se enfocó a estimar emisiones contaminantes en el motor diésel mediante un modelado matemático computacional. El primer capítulo define la problemática de emisiones en el transporte escolar e institucional, identificando los principales agentes tóxicos y gases de efecto invernadero como: Dióxido de carbono (CO₂), Dióxido de Nitrógeno (N₂O), Metano (CH₄), responsables del calentamiento global, compuestos orgánicos volátiles (COV), hidrocarburos no combustionados (HC), monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrógeno (NO_x), óxidos de azufre (SO_x), material particulado de 2,5 micras (PM_{2,5}) y material particulado de 10 micras (PM₁₀), que afectan la calidad del aire, la naturaleza y la salud de la población. El segundo capítulo hace una recopilación de fuentes primarias y secundarias, información requerida para la selección de flota a evaluar, se hace un análisis de modelados computacionales para estimar emisiones vehiculares utilizados a nivel mundial en ciudades con problemas de tráfico vehicular y emisiones, se opta por utilizar el modelo internacional de emisiones vehiculares (IVE), desarrollado en conjunto por el Centro para la Investigación y Tecnología Ambiental (CE-CERT), la Escuela de Ingeniería de la Universidad de California en Riverside (UCR), Investigación de Sistemas Sustentables Globales (GSSR) y el Centro de Investigación de Sistemas Sustentables Internacionales (ISSRC). En el tercer capítulo se eligió la flota a evaluar, en este caso el

transporte escolar e institucional de la ciudad de Ibarra. Se investiga el contenido de ppm de azufre en el diésel de la zona, se define la tecnología que cuenta la flota vehicular, así como, un análisis geográfico, socioeconómico, rutas de buses y ubicación de Unidades Educativas de la ciudad de Ibarra, se recopiló datos de ruta mediante GPS, se filtró esta información y se procedió a calcular las emisiones de cada ruta mediante el modelado (IVE). En el cuarto capítulo se registró las emisiones de las rutas con un promedio día/unidad de: CO 7,38 g/km, NO_x 1.15 g/km, PM 0,92 g/km y CO₂ 268,9 g/km. Una vez finalizada la investigación se pudo registrar que el mayor compuesto emitido por la flota evaluada es el material particulado PM conocido comúnmente como (humo) con un valor de sobre el 300 % exigido en la normativa nacional. Y un 16% más el CO que exige la normativa. Se establece varias propuestas pero las más significativas son: implementación de programas retrofit al escape (filtros DPF) en toda la flota vehicular ya que este método reduce hasta un 90 % las emisiones de PM y CO a la atmosfera. Reducción del contenido de ppm de Azufre de 200 ppm actualmente a 50 ppm pudiendo así reducir entre un 95 % emisiones de PM y CO.

Palabras clave: modelado, ppm, retrofit.

ABSTRACT

The research is focused on estimating pollutant emissions in the diesel engine through mathematical computational modeling. The first chapter defines the issue of emissions

in scholar and institutional vehicles, identifying the main toxic agents and greenhouse gases such as: Carbon dioxide (CO_2), Nitrogen dioxide (N_2O), Methane (CH_4), responsible of global warming , volatile organic compounds (VOC), unburned hydrocarbons (HC), carbon monoxide (CO), nitrogen oxides (NO_x), sulfur oxides (SO_x) and particulate matter of 10 microns (PM10), which affect the air quality, nature and health of the population. The second chapter makes a compilation of the data required for the selection of the fleet to be evaluated; an analysis of worldwide used computational models, choosing the International Model of Vehicle Emissions (IVE) developed by the Center for Environmental Research and Technology (CE-CERT) and the School of Engineering at the University of California at Riverside (UCR). In the third chapter the fleet to be assessed was evaluated; the content of sulfur ppm in the diesel is investigated, the technology of the vehicle fleet is determined, as well as a geographical, socioeconomic analysis, bus routes, location of Educational Units of the city called Ibarra. The GPS data of the routes was filtered and proceeded to calculate the emissions of each route through modeling (IVE). In the fourth chapter the emissions of the routes were estimated with an average day / unit of: CO 7, 2 g / km, NO_x 1, 1 g / km, PM 0, 87 g / km and CO_2 192, 02 g / km. Once the research was completed, it was possible to evaluate that the largest compound emitted by the evaluated fleet is the PM particulate matter commonly known as smoke with a value of over 300 % required by national regulations, The emission of estimated CO were 16 % more than the regulation demands. Several proposals are established to reduce the emission of pollutants and greenhouse gases, the most significant are: implementation of exhaust retrofit programs (DPF filters) throughout the vehicle fleet as this method reduces PM and CO emissions to the atmosphere by up to 90 %. Reduction of the diesel's sulfur ppm content of 200 ppm currently to 50 ppm, thus reducing emissions of PM and CO by 95 %.

Keywords: software, ppm, retrofit.

I. INTRODUCCIÓN

En la provincia de Imbabura el transporte escolar e institucional es muy importante para el desarrollo socioeconómico y educativo de la población, el presente proyecto investigativo identifica, evalúa las emisiones provenientes del motor diésel obtiene valores por cada compuesto y finalmente propone una reducción de emisiones, por lo que, surge la necesidad de tener una línea base de un factor de emisión de cada compuesto generado por el tráfico vehicular, ya que así podremos tener una idea de los compuestos que más son emitidos por un sector del transporte en la ciudad de Ibarra. El tráfico vehicular en las ciudades es un problema lo que conlleva a que se emita mayor cantidad de gases contaminantes a la atmosfera por los motores en especial a diésel, de ahí identificar que gases son emitidos en las urbes es transcendental, para establecer alternativas de reducción de emisiones. En la presente investigación se aplica el Modelo Internacional de Emisiones Vehiculares (IVE), usado a nivel mundial con una gran aceptación en países en vías de desarrollo como: Brasil, Chile, Colombia, México, y países desarrollados como China, India y Pakistán

Mediante el uso de el modelado (IVE) se hace la evaluación de emisiones a la flota del transporte escolar e institucional de la ciudad de Ibarra identificando los siguientes compuestos emitidos: CO, VOC, NO_x , SO_x y PM. Se les atribuye el nombre de contaminantes criterio, estos afectan la salud de la población en las ciudades ocasionando enfermedades respiratorias y finalmente el cáncer al pulmón y la sangre. También se obtuvo un factor de emisión de en compuestos como: CO_2 , N_2O , y CH_4 , gases responsables del calentamiento global, el efecto invernadero y la lluvia ácida.

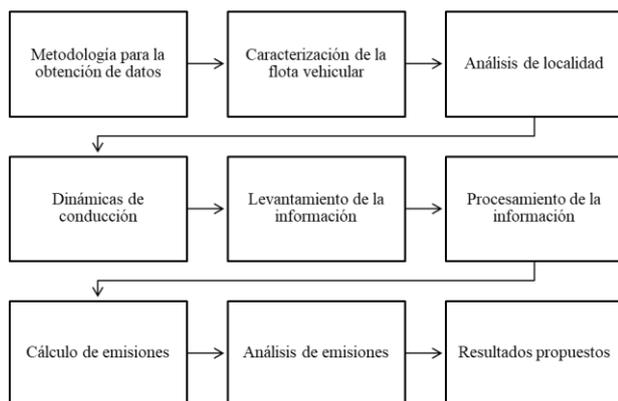
Los valores obtenidos al finalizar el presente estudio arroja datos de cada compuesto muy significativos definiendo al CO, y el PM por sobre los límites establecidos por la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2207, 2002, mientras que con el NO_x ocurre que se encuentra dentro del rango exigido por esta normativa.

Finalmente se plantea un propuesta de reducción a corto, mediano y largo plazo de emisiones contaminantes ocasionados por la flota vehicular evaluada pudiendo así ajustarse a las exigencias de la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2207, 2002, y cumpliendo también con normativas internacionales Tier 2 y Euro 2.

II. PROPUESTA.

2.1. Metodología para la estimación de emisiones vehiculares

En el presente estudio, se elaboró un diagrama metodológico de flujo detallando los procesos implementados para estimación de emisiones contaminantes de vehículos de transporte escolar e institucional en la ciudad de Ibarra mediante modelado computacional



2.2 Caracterización de la Flota Vehicular

Para la ciudad de Ibarra se hace una caracterización de toda la flota vehicular del transporte escolar e institucional que circula actualmente, se elabora una tabla tomando el modelo de cada unidad vehicular

Vehículos KÍA PREGIO	
Modelo	Cantidad
Año 2002	3
Año 2003	11
Año 2004	12
Año 2005	9
Año 2008	1
Año 2009	5
Año 2010	2

Año 2011	3
Año 2012	5
Año 2013	4
Año 2014	2
TOTAL	57

2.2. Análisis de localidad

La ciudad de Ibarra capital de la provincia de Imbabura se encuentra ubicada en la parte norte de la serranía ecuatoriana, a 115 Km. de Quito capital del Ecuador. Cuenta con las siguientes parroquias.

Parroquias Urbanas	Parroquias Rurales
Alpachaca	San Antonio
San Francisco	Angochagua
El Sagrario	La Esperanza
Priorato	La Carolina
Caranqui	Salinas y Ambuquí

2.3. Dinámicas de conducción

Son procesos de comportamiento de cada unidad vehicular de la flota en una ruta de trabajo realizado, tales como: encendidos en frío, encendidos en caliente, tiempo de ralentí, tiempo de puesta en marcha del motor, tiempos de para durante un recorrido, hora de inicio y fin de un recorrido.

Recorridos Día - Noche - Fin de semana			
Periodos	Mañana - Tarde	Noche	Fin de semana
Unidades	39	3	1
Porcentaje de recorridos	100%	7,6%	2,5%

Tiempos que duran los recorridos del transporte escolar e institucional de la ciudad de Ibarra.

Tiempo promedio de duración de recorridos			
	Mañana	Tarde	Noche
Hora de inicio	5:47:00	12:12:00	20:06:00
Hora de finalización	7:43:00	14:37:00	21:43:00
Tiempo recorrido	1 hora 55 min	2 horas 25 min	1 hora 37 min

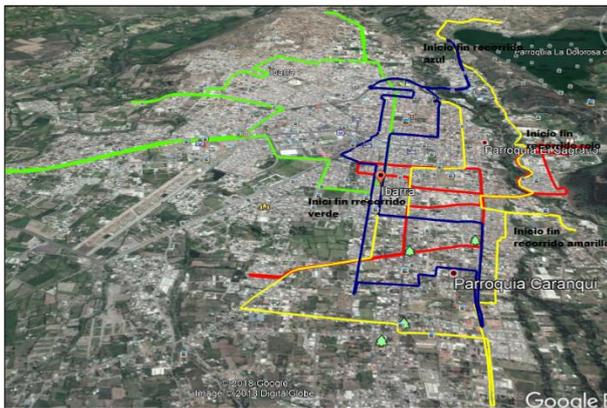
Tiempo de para del vehículo entre la media mañana y recorrido de la tarde

Tiempo de para (mañana - tarde)	
Furgonetas	Tiempo (horas)
4	3
19	4
15	5
1	7

Tiempo de para de la flota al finalizar el recorrido de la tarde hasta el siguiente día.

Tiempo de para (tarde - otro día)	
Furgonetas	Tiempo (horas)
4	16 horas 30 min
18	15 horas 30 min
15	14 horas 30 min
1	12 horas 30 min

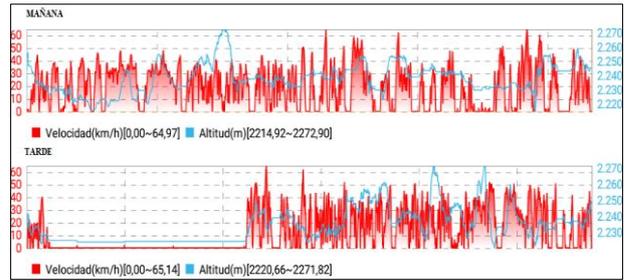
Patrones de rutas en la ciudad de Ibarra en la figura



2.4 Ciclos de conducción

Tiene que ver con la velocidad y elevación durante un trayecto en una unidad de tiempo. Estos tres aspectos varían dependiendo de las condiciones de pendiente, tráfico vehicular, aceleración y desaceleración de cada vehículo en una ruta realizada dentro de la ciudad de Ibarra.

Se realiza la toma de datos de los ciclos de conducción en las tres rutas seleccionadas y se obtiene un ciclo patrón como podemos ver en la fig.



2.5 Calculo de bins de potencia en cada ruta

Utilizando las mediciones de GPS, se procedió a realizar los cálculos de los bins en todas las rutas, estos valores son requeridos por IVE para el cálculo de los bins de potencia por las 3 rutas de la mañana y la tarde en cada ruta seleccionada para el estudio de emisiones del transporte escolar e institucional, en la ciudad de Ibarra. Ver tabla

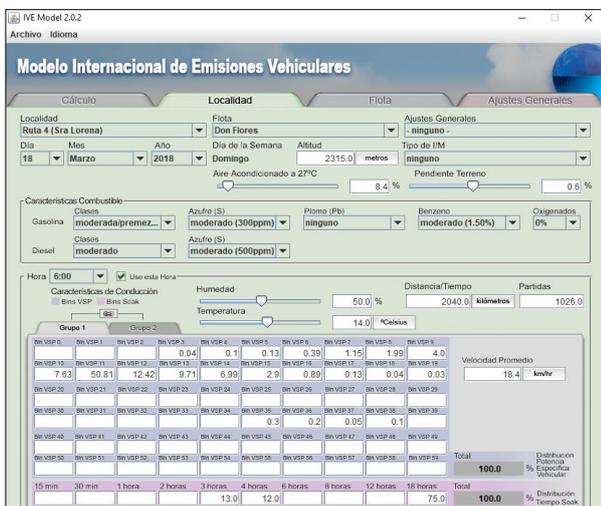
Drivin g Bin (in locatio n file	# Second s in Each Bin	Fractio n in Each Bin	Final bins	Drivin g Bin (in locatio n file	# Second s in Each Bin	Fractio n in Each Bin	Final bins
0	0	0	0	30	0	0	0
1	0	0	0	31	0	0	0
2	0	0	0	32	0	0	0
3	0	0	0	33	0	0	0
4	1	0	0,023	34	0	0	0
5	1	0	0,023	35	1	0	0,023
6	4	0,001	0,0922	36	1	0	0,023
7	12	0,003	0,2765	37	1	0	0,023
8	60	0,014	1,3825	38	1	0	0,023
9	174	0,04	4,0092	39	0	0	0
10	402	0,093	9,2627	40	0	0	0
11	2021	0,466	46,5668	41	0	0	0
12	880	0,203	20,2765	42	0	0	0
13	465	0,107	10,7143	43	0	0	0
14	219	0,05	5,0461	44	0	0	0
15	75	0,017	1,7281	45	0	0	0
16	16	0,004	0,3687	46	0	0	0
17	5	0,001	0,1152	47	0	0	0
18	0	0	0	48	0	0	0
19	1	0	0,023	49	0	0	0
20	0	0	0	50	0	0	0
21	0	0	0	51	0	0	0
22	0	0	0	52	0	0	0
23	0	0	0	53	0	0	0
24	0	0	0	54	0	0	0
25	0	0	0	55	0	0	0
26	0	0	0	56	0	0	0
27	0	0	0	57	0	0	0
28	0	0	0	58	0	0	0
29	0	0	0	59	0	0	0

2.6. Creación de archivo flota, localidad y cálculo

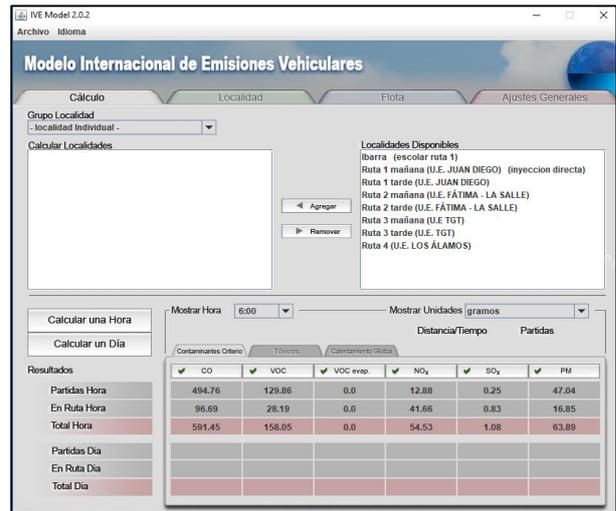
El en modelo Internacional de Emisiones Vehiculares (IVE) existen 4 ventanas, una pestaña denominada flota, donde, se ingresó la tecnología de toda la flota vehicular que dispone en transporte escolar e institucional de la ciudad de Ibarra



Una vez creada la pestaña de flota se procedió a crear el archivo localidad, en cada ruta a ser evaluada, donde se investigò consideraciones locales tales como: Día, mes y año de la ruta evaluada, tecnología vehicular de la flota, uso del aire acondicionado de la flota, porcentaje de pendiente en cada ruta, contenido de ppm de Azufre en el diesel distribuido en la ciudad, hora de inicio de la ruta, distancia total recorrida de toda la flota, número de arranques o partidas en caliente de toda la flota



Esta pestaña es una herramienta donde se hizo los cálculos de un factor de emisión según los datos ingresados en las pestañas localidad y flota por cada ruta, aquí se pudo obtener los valores finales de un contaminante criterio, contaminante tóxico, contaminante global.



2.7. Cálculo de emisiones en cada ruta

La ruta tiene un perfil de desplazamiento por toda la ciudad, en la mañana y tarde, los datos de GPS se pudo medir mediante un teléfono inteligente, los recorridos se los hace en la mañana y medio día respectivamente pudiendo importarlos a un archivo Excel.



Se tomó valores con el GPS, haciendo una importación a Excel, analizando la información requerida por IVE para crear los 60 bins y calcular el factor de emisión de cada compuesto, el recorrido empezó el 01/12/2017 a las 5:50 am y duró 01h: 13 min: 01 sg, en la tarde se enciende el GPS a las 12:48 pm cuando la furgoneta sale de su domicilio hacia la Unidad Educativa Juan Diego.

Parámetros de medición GPS	Valores de la mañana	Valores de la tarde
Distancia total	24,83 km	23,173 km
Tiempo total	01h:13m:01s	01h:37m
Elevación total	2243,91 msnm	2246,24 msnm
Velocidad máxima	64,97 km/h	65,14 km/h
Velocidad promedio	20,41 km/h	14,34 km/h
Velocidad de movimiento promedio	20,41 km/h	14,34 km/h
Grado de elevación	-5,69 – 25,74	-4,04 – 5,45
Mínima elevación	2214,92 msnm	2220,66 msnm
Máxima elevación	2272,90 msnm	2271,82 msnm
Hora Inicial	31/10/2017 - 5:50am	31/10/2017 - 12:48pm
Inicio/Fin Recorrido Ruta	Calle: Juana Atabalipa, Ibarra, Ecuador	Calle: Juana Atabalipa, Ibarra, Ecuador
Hora Final	31/10/2017 - 7:03am	31/10/2017 - 14:25pm

2.8. Emisiones de ruta U.E. Juan Diego

Se obtiene una tabla de emisiones de esta ruta proceso que se aplicara en las 2 rutas siguientes a evaluar.

Contaminantes criterio								Contaminantes global		
	Gases	CO	VO C	VO C eva p	NO x	SO x	PM	CO ₂	N ₂ O	CH ₄
Mañana	Partidas hora	156 63,9	411 1,3	0	272 ,9	7,1	148 9,1	5235 4,1	2,8	0
	En ruta hora	737 6,0	308 6,1	0	321 1,5	61 19	128 5,7	6048 25,3	3,4	0
	Total hora	230 39,9	719 7,4	0	348 4,4	68 2	277 4,8	6571 79,4	6,2	0
	km	141 5,7	141 5,7	14 7	141 5,7	141 5,7	141 5,7	1415, 7	141 5,7	141 5,7
	gr/km	16,2 7	5,08	0,0	2,4 6	0,0 5	1,9 6	464,2 1	0,0	0
	Furgone tas	57	57	57	57	57	57	57	57	57
	km-furgonet a	24,8	24,8	24, 8	24, 8	24, 8	24, 8	24,8	24, 8	24, 8
	gr/km-furgone ta	7,09	2,22	0,0 0	1,0 7	0,0 2	0,8 5	202,2 7	0,0 0	0,0 0
	Gases	CO	VO C	VO C eva p	NO x	SO x	PM	CO ₂	N ₂ O	CH ₄
	Partidas hora	156 63,9	411 1,3	0,0 0	272 ,9	7,1	148 9,1	5235 4,1	2,8 7	0,0 0
En ruta hora	737 1,16	379 0,8	0,0 0	322 3,4	54, 1	128 5,0	5350 17,2	3,0 1	0,0 0	
Total hora	230 35,1	790 2,1	0,0 0	349 6,4	61, 23	277 4,1	5873 71,4	5,8 8	0,0 0	
km	121 9,00	121 9,0	19, 0	121 9,0	121 9,0	121 9,0	1219, 0	121 9,0	121 9,0	
gr/km	18,9 0	6,48	0,0 0	2,8 7	0,0 5	2,2 8	481,8 5	0,0 0	0,0 0	
Furgone tas	57	57	57	57	57	57	57	57	57	
km-furgone ta	23,3 6	23,3 6	23, 36	23, 36	23, 36	23, 36	23,36	23, 36	23, 36	
g/km-furgone ta	7,74	2,66	0,0 0	1,1 8	0,0 2	0,9 3	197,4 7	0,0 0	0,0 0	

Previo a realizar los cálculos de un compuesto en unidades de g/km de esta ruta, se obtiene los bins de potencia y se ingresa a la ventana localidad, del IVE. La distribución del tiempo Soak se distribuye con los siguientes porcentajes 75 % un arranque en frío 13 % un arranque en caliente en 3 horas y 12 % otro arranque en caliente con 4 horas.

2.9. Emisiones finales de las 3 rutas evaluadas

Para poder tener una línea base de emisiones causadas por la flota del transporte escolar e institucional en la ciudad de Ibarra, se realizó un inventario de emisiones por cada ruta evaluada tanto en la mañana como en la tarde.

Promedio de emisiones diarias de la flota evaluada							
GAS ES	CO	VOC	V O C ev ap	NOx	SO x	PM	CO ₂
Mañana	2204 9,36	6981 ,04	0,0	3042 ,26	58, 00	2602 ,06	55555 2,17
Tarde	2428 2,87	8576 ,53	0,0	4041 ,83	69, 98	2991 ,57	67417 5,03
Promedio - flota (g/día)	2316 6,12	7778 ,79	0,0 0	3542 ,05	63, 99	2796 ,82	61486 3,60

2.10. Emisiones año base 2017

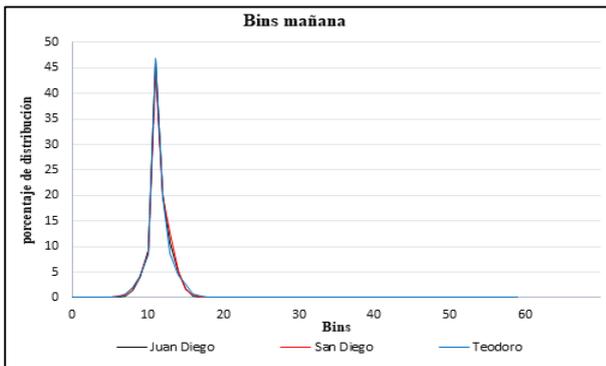
Se obtuvo emisiones promedio tanto diarias de cada compuesto como emisiones en ton/año de toda la flota del transporte escolar e institucional de la ciudad de Ibarra.

Promedio de emisiones año base 2017 mes de noviembre en (ton/año)							
GASE S	CO	VO C	VO C eva p	NOx	SO x	PM	CO ₂
Mañana	2204 9,36	6981 ,04	0,00	3042 ,26	58,0 0	2602 ,06	55555 2,17
Tarde	2428 2,87	8576 ,53	0,00	4041 ,83	69,9 8	2991 ,57	67417 5,03
Promedio (g/día) Flota	2316 6,12	7778 ,79	0,00	3542 ,05	63,9 9	2796 ,82	61486 3,60
Promedio (ton/año)	4,633 2	1,55 58	0,00 00	0,70 84	0,01 28	0,55 94	122,97 27

III. RESULTADOS

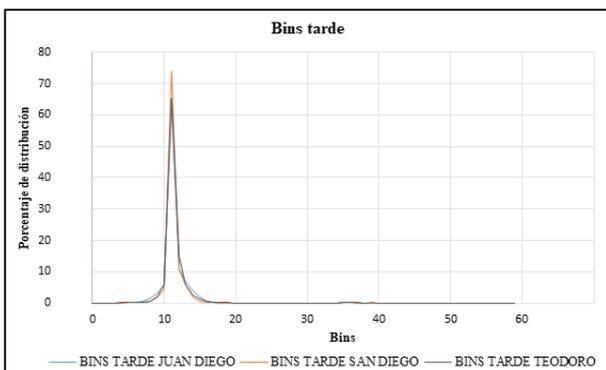
3.1. Proceso de comportamiento de BINs

Los bins informan el tipo de estrés que sufre el vehículo en un trayecto, IVE, los distribuye en 60 bins indicando que el bin 0-20 es bajo del 21-40 es medio y del 41-60 es alto. Se representa en la fig. Los bins de rutas de la mañana.



3.2. Bins de comportamiento en rutas de la tarde.

Los BINs 11, 12, 13, 14 representan poca potencia vehicular, en las tres rutas evaluadas en la tarde ver fig. 4.2, vemos que proceso de potencia vehicular es similar a los bins de la mañana, el trayecto de esta ruta los bins se ubican en el 11-19. Muy similar en al de la mañana.



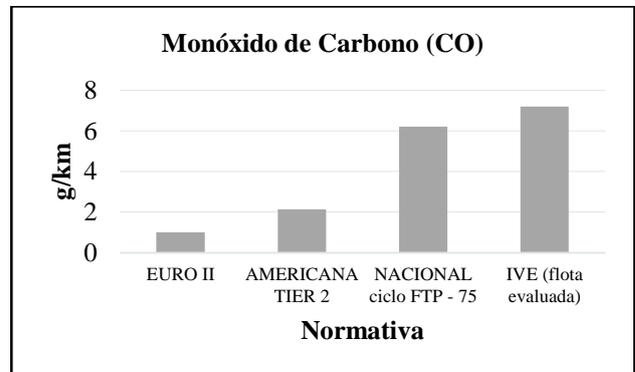
3.3. Análisis de emisiones finales

Se hace un análisis de los principales compuestos identificados en el estudio

3.4. Monóxido de Carbono (CO)

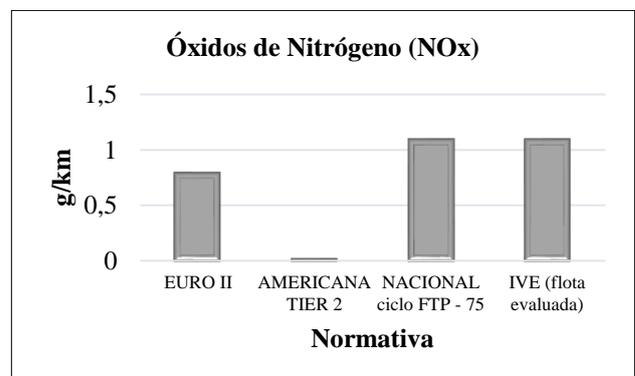
al hacer una comparativa de todas las normativas contra emisiones vehiculares vemos que existe un valor muy alto

con respecto a las Euro II y americana Tier 2. En tanto con la normativa nacional ciclo americano FTP-75 existe 1 g/km mas de el límite equivalente al 16 % de incremento en este compuesto.



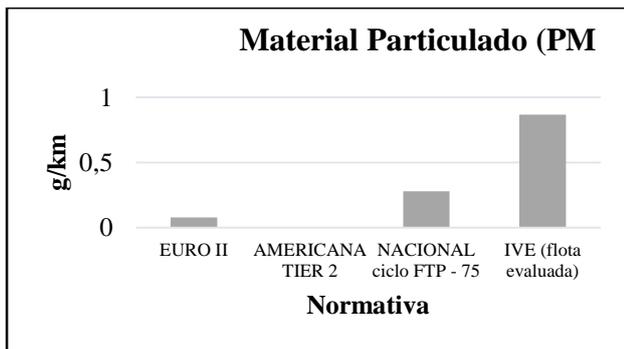
3.5. Óxidos de Nitrógeno (NO_x)

Los valores registrados según el cálculo hecho mediante el modelo Internacional de Emisiones Vehiculares (IVE) se registró un valor de 1,1 g/km de (NO_x), frente a 1,1 g/km exigido en la normativa nacional ciclo americano FTP-75.



3.6. Material particulado (PM)

según datos calculados por el modelado (IVE) este compuesto es el que más se emite por cada unidad vehicular que circula en la ciudad de Ibarra, sobrepasando un 300 % más sobre el nivel permisible en la normativa Ecuatoriana INEN 2207:2002 ciclo americano FTP-75.



IV. CONCLUSIONES

En el transporte escolar e institucional de la ciudad de Ibarra, se identificó mediante el modelado IVE contaminantes criterio: CO, VOC, NO_x, SO_x y PM, los mismos que afectan directamente a la salud, responsables de enfermedades cardiorrespiratorias, además de cáncer de pulmón y sangre. También se identificó compuestos relacionados con el calentamiento global como: CO₂, NO₂ CH₄, responsables del efecto invernadero.

Se obtuvo un valor de 614,86 kg/km de CO₂ de emisiones diarias de toda la flota siendo este compuesto es el más alto en comparación a los demás compuestos emitidos, sin embargo, este no se encuentra regulado, siendo un producto natural de la combustión.

Se obtuvo un inventario de emisiones contaminantes en vehículos de transporte escolar e institucional de Ibarra, como año base el 2017. Se estiman valores de los siguientes compuestos normalizados. **CO** 7,2 g/km, **NO_x** 1,1 g/km y **PM₁₀** 0,87 g/km.

Se registra al material particulado (PM₁₀) normalizado como el compuesto que más se emite hacia el medio ambiente por parte de la flota evaluada en Ibarra, obteniendo valores de un 300 % más en comparación a lo establecido por la normativa Ecuatoriana NTE INEN 2207:2002 ciclo americano FTP-75.

Se registró un total de emisiones diario de óxidos de nitrógeno (NO_x) un valor de 1,1 g/km emitido en ruta frente al 1.1 g/km permitido la normativa Ecuatoriana INEN 2207:2002 ciclo americano FTP-75, lo que significa que este compuesto cumple la normativa. Con respecto al CO 7,2 g/km frente a la normativa que exige 6,2 g/km lo que su pone un incremento del 16 % con respecto a lo establecido en la normativa.

Se estableció un escenario de mejora a corto plazo donde se determina que mediante conducción eficiente se reduce los contaminantes criterios y los contaminantes globales en un 15 %. De la misma manera con la revisión técnica vehicular una reducción del mismo valor de emisiones, lo que se cumpliría con los valores estipulados en la normativa

Mediante pruebas con el modelado IVE usando (EGR-turbo) se reduce un 81,18 % el monóxido de carbono (CO) registrado en la flota evaluada, cumpliendo la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2207 ciclo FTP-75 que exige 6,2 g/km. Con respecto al material particulado (PM) usando la misma tecnología de evaluación se reduce un 60% por cada unidad vehicular.

Utilizando la tecnología de inyección directa y combustible diésel de 15 ppm en una flota de furgonetas de 14 y 18 pasajeros mediante la simulación con el modelado IVE se obtuvo una reducción del 90 % de los contaminantes criterios y calentamiento global cumpliendo la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2207 ciclo FTP-75.

REFERENCIAS.

1. Agencia Nacional de Tránsito. (18 de Enero de 2018). HOMOLOGACIÓN VEHICULAR.

- Obtenido de Reglamento General de Homologación Vehicular y Dispositivos de Medición, Control y Seguridad: file:///E:/Usuario%20Omar/Downloads/homologacin_vehicular__inactivos_en_18_enero_2018.pdf
2. Alba, Tecnología Sustentable. (2014). Revista Iberoamericana de Producción Académica y Gestión Educativa. Publicación # 02, 3-5.
 3. ALBÁN MARTÍNEZ, E. E., & LÓPEZ REVELO, J. (22 de Octubre de 2010). Desarrollo y validación de un metodo para la determinación de factores de emisión vehicular mediante pruebas a bordo en la ciudad de Quito. Obtenido de <http://biddigital.epn.edu.ec/handle/15000/2514>
 4. ALMEIDA, G. J. (2016). "MODELACIÓN DE EMISIONES CONTAMINANTES DE FUENTES MÓVILES TERRESTRES EN QUITO ECUADOR". Chile.
 5. Área Metropolitana Del Valle de Aburrá. (Agosto de 2010). ACTUALIZACIÓN DEL INVENTARIO DE EMISIONES ATMOSFÉRICAS. Obtenido de <http://www.metropol.gov.co/CalidadAire/IsdocPlannedescontaminacion/Inventario%20de%20emisiones.pdf>
 6. Asamblea Nacional de la República del Ecuador. (abril de 2017). Código Orgánico Ambiental. Obtenido de <https://www.propiedadintelectual.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2017/micrositio/normativa/codigo-organico-ambiental.pdf>
 7. Auto Soporte. (1 de Junio de 2016). Control de emisiones de los gases de escape motores diesel. Obtenido de <http://www.autosoporte.com/blog-automotriz/item/408-control-de-emisiones-de-los-gases-de-escape-motores-diesel>
 8. Banco Mundial. (23 de Octubre de 2015). Cambio Climatico: Panorama general. Obtenido de <http://www.bancomundial.org/es/topic/climatechange/overview#1>
 9. BOSCH. (2015). Sistemas Modernos de Inyección a Diesel Unidades Completas y su Despiece. Obtenido de [http://www.boschautopartes.mx/Cat%C3%A1logos/Documents/Cat%20Diesel%202015%20OK_Final\(%20Anexos%20Catalogo\)Parte2.pdf](http://www.boschautopartes.mx/Cat%C3%A1logos/Documents/Cat%20Diesel%202015%20OK_Final(%20Anexos%20Catalogo)Parte2.pdf)
 10. Caballero Morales, M. A. (Enero de 2011). ANÁLISIS DE EMISIONES DE VEHÍCULOS LIVIANOS SEGÚN CICLOS DE CONDUCCIÓN ESPECÍFICOS PARA LA REGIÓN METROPOLITANA. Obtenido de <http://repositorio.uchile.cl/handle/2250/104333>
 11. CESVIMAP. (2016). Control de emisiones contaminantes en Europa y Estados Unidos. CESVIMAP.
 12. Comisión Europea. (2005). "Ecodriving: Smart, efficient driving techniques". Obtenido de http://www.idae.es/uploads/documentos/documentos_10297_TREATISE_ConduccionEficiente_A2005_A_f3817bad.pdf
 13. Cremades, O., & Lázaro, V. (15 de Junio de 2017). Estudio del impacto atmosférico del cambio del parque vehicular en Barcelona. Obtenido de https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/111310/TFG_RoserMedina.pdf?sequence=1&isAllowed=y

14. DELPHI. (28 de Noviembre de 2013). Worldwide Emissions Standards Passenger Cars and Light Duty. Obtenido de <https://www.delphi.com/sites/default/files/in-line-files/delphi-worldwide-emissions-standards-passenger-cars-light-duty-2016-7.pdf>

15. EP PETROECUADOR. (2011). Confirman calidad de combustible que distribuye EP PETROECUADOR al país. Obtenido de [realizados.http://www.hidrocarburos.gob.ec/confirman-calidad-de-combustible-que-distribuye-ep-petroecuador-al-pais/](http://www.hidrocarburos.gob.ec/confirman-calidad-de-combustible-que-distribuye-ep-petroecuador-al-pais/)

16. EPA. United States Environmental Protection Agency. (2016). Where the Energy Goes: Gasoline Vehicles. Obtenido de <https://www.fueleconomy.gov/feg/atv.shtml>

BIOGRAFÍA AUTOR.

Omar Leonel Arciniegas Mejía, estudios secundarios Unidad Educativa “PIMAMPIRO”, obtuvo el título de Ingeniero en Mantenimiento Automotriz en la Universidad Técnica del Norte.